

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-244101

(P 2003-244101A)

(43) 公開日 平成15年8月29日(2003.8.29)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H04J 14/00

H04B 9/00

F 5K002

14/04

14/06

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願2002-37520(P 2002-37520)

(22) 出願日 平成14年2月15日(2002.2.15)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 西木 玲彦

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(74) 代理人 100061273

弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

Fターム(参考) 5K002 AA01 AA03 BA04 BA05 CA14

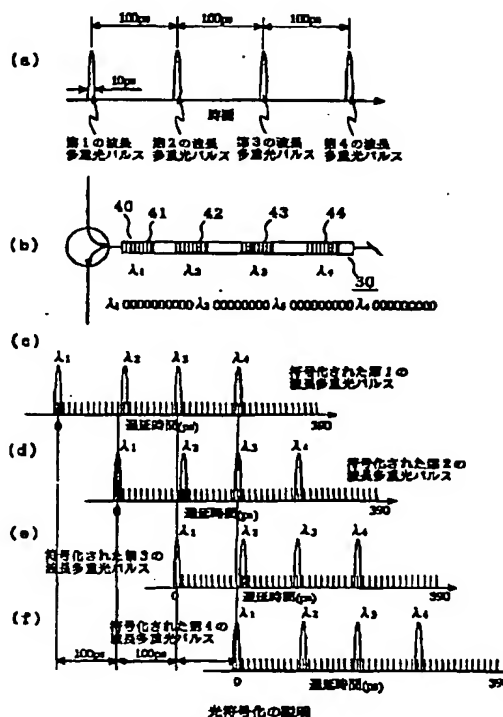
DA01 FA01

(54) 【発明の名称】 光符号化方式及び光符号器

(57) 【要約】

【課題】 データ信号の周期に関係なく光符号器で制御する遅延時間を大きくし、単純に波長並びを符号とした場合に比べ符号数を増加させる。

【解決手段】 時間拡散及び波長ホッピング符号の光符号化方式において、光符号器30により制御される最大遅延時間を入力光信号の周期の所定倍数に設定し、最大遅延時間を入力光信号の周期単位で分割した遅延時間群に、光符号要素としての波長要素を配置するようにし、波長多重光パルスを波長に応じて時間方向に拡散した光パルス列からなる光信号を生成する。



光符号化の説明

(2)

特開2003-244101

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 時間拡散及び波長ホッピング符号の光符号化方式において、光符号器により制御される最大遅延時間を入力信号の周期より長く設定し、前記最大遅延時間を入力信号の周期単位で分割した遅延時間群に光符号要素を配置し、入力された光信号を波長に応じて時間方向に拡散した光パルス列からなる光符号を生成することを特徴とする光符号化方式。

【請求項2】 前記遅延時間群に配置される光符号要素は、光符号器に入力される光パルス幅以上の時間単位で分割されたチップに配置されることを特徴とする請求項1記載の光符号化方式。

【請求項3】 1つの光符号に用いられる全ての波長要素が互いに排他的であることを請求項1又は2記載の光符号化方式。

【請求項4】 多重される光符号において同一の波長要素を用いる場合に、他の光符号との関係で、遅延時間群内における波長要素の配置位置を同一の波長要素に関して相互に排他的にしたことを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の光符号化方式。

【請求項5】 時間拡散及び波長ホッピング符号の光符号化のための光符号器であって、制御される最大遅延時間を入力信号周期より長く設定し、前記最大遅延時間を入力信号の周期単位で分割した何れかの遅延時間群に、光符号要素としての波長要素を与えるチャープドファイバブラッググレーティング（以下、CFBGという）を有することを特徴とする光符号器。

【請求項6】 前記遅延時間群に配置される前記CFBGは、入力される光パルス幅以上の時間単位で分割されたチップに配置されることを特徴とする請求項5記載の光符号器。

【請求項7】 前記CFBGは、1つの光符号に用いられる全ての波長要素が互いに排他的になるように設定されることを特徴とする請求項5又は6記載の光符号器。

【請求項8】 前記CFBGは、多重される光符号に同一の波長要素が用いられる場合に、他の光符号器との関係で、遅延時間群内における波長要素の配置位置を同一の波長要素に関して相互に排他的になるように設定されることを特徴とする請求項5乃至7の何れかに記載の光符号器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光符号通信における光符号化方式及び光符号器に関し、特に時間拡散及び波長ホッピング符号の光符号化に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光多重通信技術においては、複数の通信チャンネルが1つの伝送線路を使用して通信が行われるために通信容量の拡大が可能であり、このため、各種の方式が提案されている。光多重通信技術は、これまで時

分割多重通信方式から波長多重通信方式の開発を経て、その通信容量を増大させてきているが、今後のより大容量の通信方式として期待されているのが光符号多重通信方式である。この光符号多重通信方式は同一の時間スロット、同一の波長群上に、複数の通信チャンネルを設定できることが特長である。

【0003】 光符号多重通信方式として、例えば特開2000-209186号公報には、OCDM (Optical Code Division Multiplex) 用の符号として時間拡散/波長ホッピング符号を使用し、CFBG (Chirped Fiber Bragg Grating) を用いた9チップ3波長の光符号器が開示されている。

【0004】 また、1999年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会の論文、B-10-128「SC光源とファイバ格子を用いた時間拡散/波長ホップOCDM」、和田尚也等、には、光符号多重通信方式の時間拡散/波長ホッピング符号を用いた光符号器をCFBGにより構成し、伝送実験を行った事例が開示されている。

この事例ではSC (Super Continuum) 光源を用い、データ伝送速度2.5Gbps用に、符号は3波長を用いた9チップとし、全長40mmで光符号器が構成されている。この文献中に開示される分散特性から約9mm長のCFBGを用いた光符号器であることが分かる。

【0005】 これらの先行文献に示された従来の光符号多重通信方式では、符号化の段階では、図10(a)に示されるように、光符号器2に入力された波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 を含んだ広帯域光パルス1は、光符号器2内を伝播し、各CFBGの反射スペクトルに対応した光パルスが反射される。これらの光パルス間には、光符号器2内での各CFBGの配置に対応する遅延時間差が生じ、最終的には符号化された光信号の λ_1 , λ_2 , λ_3 の波長が異なる光パルス列3が得られる。

【0006】 また、復号化の段階では、図10(b)に示されるように、光復号器4は、光符号器2と鏡像関係にあるCFBG配置を有しており、これに符号化された光信号3を入力すると光符号器2で生じた遅延時間差が補償され、同一タイミングの光パルス5に戻される。

【0007】 ここで、光符号器2は、高度な波長分散制御素子として機能しており、上記の引用文献に開示される例では、1個の広帯域光パルスが波長の異なる3個の光パルス列に変換される。したがって、符号間干渉を最低限に抑制するためには、光符号器2で制御する遅延時間を、データ伝送速度で決定される信号周期以下に設定しなければならない。言い換えれば、全長40mmの光符号器2を用いた場合に適用可能な最高のデータ伝送速度は2.5Gbpsとなる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように従来の光

(3)

特開2003-244101

3

符号多重通信方式では、有効符号数（帯域利用効率）を増やすためには、符号長を長くし（チップ数を増やし）、且つ波長数を増やすことが有効であるが、チップ間隔を光パルス幅以下に狭めることは不可能である。さらには、光符号を構成する個々のCFBGは、必要なスペクトル形状を得るために数mmから10mm程度の長さを有している。したがって、チップ間隔を狭めるほど、CFBG（ある波長）が配置された前後に、別のCFBG（別の波長）を配置することができないチップが増加し、結果的には有効符号数の増加に繋がらないという問題点があった。

【0009】また、従来の光符号多重通信方式で光符号同士の多重を考えた場合には、同一チップに同一の波長要素が配置されない限り、符号間の干渉は発生しないが、光符号器で制御する遅延時間をデータ伝送速度で決定される信号周期以下に設定する方式では、伝送速度が速いほど光符号長は短く制限され、有効多重符号が減少するという問題点があった。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光符号化方式は、時間拡散及び波長ホッピング符号の光符号化方式において、光符号器により制御される最大遅延時間を入力信号の周期より長く設定し、最大遅延時間を入力信号の周期単位で分割した遅延時間群に特定波長の光符号要素を配置し、入力した光信号（例えば波長多重光パルス）を波長に応じて時間方向に拡散した光パルス列からなる光信号を生成する。なお、光符号要素とは1つの遅延時間群に配置される光符号の一部であり、波長要素を含まない場合や複数の波長要素を含む場合がある。

【0011】また、本発明に係る光符号器は、時間拡散及び波長ホッピング符号の光符号化のための光符号器であって、制御される最大遅延時間を入力信号の周期より長く設定し、最大遅延時間を入力信号の周期単位で分割した何れかの遅延時間群に、光符号要素としての波長要素を与えるCFBGを有するものである。

【0012】本発明においては、上記のように、時間拡散された同一符号の光信号同士が、入力信号の1周期づつずらして多重されることになるが、波長ホッピング符号であるため、同一タイミングに同一の波長が多重されることはありえない。このようにして光符号が生成され、この光符号に更に異なる他の光符号が多重されて伝送されることになる。このとき、多重される互いに異なる光符号同士の干渉を考慮し、相互に対応する遅延時間群内の同一チップに同一の波長要素が配置されないようにして、異符号間の符号干渉の発生を防止し、有効符号数を増加させることが可能になる。

【0013】

【発明の実施の形態】実施形態1. 本発明の実施形態1においては、有効符号数を増加させるために、光符号器で制御する最大遅延時間をデータ伝送周期よりも大きく

4

設定し、光符号器により時間方向に拡散されたバケットが重なりあっても、符号間干渉を起こさないようにしており、次の符号化規則に従って行われる。

【0014】①光符号器で制御する遅延時間を、データ伝送周期の任意の倍数（本実施形態1では3.9倍）に設定する。なお、本実施形態1においてはこのような設定をするが、遅延時間はデータ伝送周期よりも大きければよい。

②光符号器で制御する遅延時間を、データ伝送周期で複数の遅延時間群に分割して取り扱う。

③1つの遅延時間群を、符号化する元の光パルス時間幅と同等かそれ以上の時間幅で分割して取り扱う。ここでは分割した時間区切りをチップと呼ぶ。したがって、遅延時間群数×各遅延時間群内のチップ数＝光符号器の総チップ数、となる。

【0015】④これらの時間分割したチップに対し、遅延時間群に対応する波長群から選定した任意の波長を割り当て、光符号器の符合を決定する。なお、1つの遅延時間群には必ずしも波長要素を含む必要はない。ここで、1つの遅延時間群に割り当てる波長数はいくつかの理由により次の制約を受ける。

a. 1つの遅延時間群の物理的な長さ、1つのCFBGの物理的な長さの関係から、複数の波長を割り当てる場合には波長の数に制約を受ける。この制約の範囲で、1つの遅延時間群に複数の波長（周波数）を割り当てることができる。

b. ある遅延時間群のチップへのCFBG配置と、隣接する遅延時間群におけるチップへのCFBGがオーバーラップしないように、CFBGを配置しなければならない。

【0016】⑤1つの遅延時間群に配置する波長群を、他の遅延時間群に配置する波長群と排他的になるように設定する。即ち、1つの符号内に複数の同じ波長要素を設定しない。

⑥複数の光符号器を使用し、互いに多重される光符号において、同一の波長要素を用いる場合には、遅延時間群内の同一チップに同一の波長要素を配置しない（但し、この符号化規則⑥は実施形態1には適用されておらず、後述の実施形態2において説明する。）。

【0017】図1は上述の規則が適用された光符号化方式の構成図である。図1において、11乃至14はそれぞれ異なる波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 の光源である。20は光変調器、22は制御信号、24は光サーキュレーター、30は光符号器である。なお、光源11乃至14の波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 は光符号器30に用いられる各CFBG（後述）の中心波長に対応するものである。

【0018】本実施形態1においては、データ信号の伝送周期を例えば10Gbpsとし、光符号器30に用いられた各CFBGの中心波長に対応する各光源11乃至14（波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 ）の出力を合波して、光

(4)

特開2003-244101

5

変調器20に加えて制御信号22によりチップ時間単位で制御した任意のデジタル信号であるデータ信号21として出力する。

【0019】図2はデータ信号21のタイミングチャートである。データ信号21は、光パルス幅10psで、100ps間隔の第1の波長多重パルス、第2の波長多重パルス、第3の波長多重パルス及び第4の波長多重パルスが波長多重RZ信号として生成される。なお、図2の例ではデータが(1、1、1、1)の場合の例である。このデータ信号21は光サーキュレーター24を介して光符号器30で符号化され送信される。

【0020】図3は図2に示されたデータ伝送速度が10Gbpsに適用する光符号器30の構成及び最大遅延時間の設定とグレーティング長の関係を示した説明図である。図3において、40はCFBGが施された光ファイバーであり、光符号器30を構成している。41は第1のCFBG、42は第2のCFBG、43は第3のCFBG、44は第4のCFBGである。それぞれのグレーティング長を5mmとした場合、これらのCFBG群が形成される領域の大きさは最大で44.0mmとなる。また、第1のCFBG41から第4のCFBG44の間の反射波の最大遅延時間は390psになる。

【0021】図4は図3の光ファイバー40における遅延時間群の説明図である。データ伝送速度が10Gbpsの場合のデータ伝送周期は100psであるので、本実施形態1では光符号器30で制御する最大遅延時間をデータ伝送周期の3.9倍の390psに設定する(符号化規則①参照)。この時、光符号器30のグレーティングの全長は390mmとなる。この最大遅延時間を100ps単位で第1の遅延時間群、第2の遅延時間群、第3の遅延時間群、第4の遅延時間群の4つの遅延時間群に分割して取り扱うものとする(符号化規則②参照)。更に、この1つの遅延時間群をデータ信号である光パルス幅10ps単位で分割し10チップとして取り扱うこととする(符号化規則③参照)。したがって、この場合の光符号器30の全体での総チップ数は $10 \times 4 = 40$ チップとなる。

【0022】この1つの遅延時間群の任意のチップに1つの波長(1つのCFBG)を配置する(符号化規則④参照)。ここで、本実施形態1で用いるCFBGの長さは5mmであるため、波長を割り当てるチップに隣接する左右の2チップには波長(CFBG)を配置することが出来ない。図4の第1の遅延時間群乃至第4の遅延時間群においては、波長要素 λ_1 乃至 λ_4 が割り当てられ、それらの波長要素 λ_1 乃至 λ_4 は相互に異なった波長にする(符号化規則⑤参照)。

【0023】これらの遅延時間群で分割されたチップに配置される波長要素を、ITUで規定されるCバンド100GHz間隔の32波長から考えると、本実施形態1では1つの光符号器30には4波長を使用するため、C

6

バンドでは8チャンネルのOCDMチャンネルが構成可能になる。

【0024】図5(a)乃至(f)は本実施形態1の光符号器30を用いた場合の符号化動作の説明図である。同図(a)はデータ信号21の構成を説明する図、同図(b)は光符号器30の構成図、同図(c)乃至(f)は符号化された第1乃至第4の波長多重光パルスを示したものである。なお、同図(b)において、例えば $(\lambda_1, 0000000000)$ は第1の遅延時間群に含まれた光符号要素であり、 $(0\lambda_1, 0000000000)$ は第2の遅延時間群、 $(\lambda_2, 0000000000)$ は第3の遅延時間群、 $(\lambda_3, 0000000000)$ は第4の遅延時間群に含まれた光符号要素である。

【0025】図5(a)に示されるデータ信号21は、上述のように、光符号器30に用いられた各CFBGの中心波長に対応する各光源11乃至14(波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$)の出力を合波して、10GHzの光変調器10に加えて制御信号22によりチップ時間単位で制御されてデジタル信号に変調されたものである。このデータ信号21が図5(b)に示される光符号器30を構成する光ファイバー40に入力すると、光ファイバー40の波長が異なる第1のCFBG41のチップから第4のCFBG44のチップへの配置に応じて、波長信号毎に異なる遅延時間差をもって反射されることにより、符号化(波長が異なる光パルス列の生成)が完了する。

【0026】このとき、元データ(データ信号21)は100ps周期の波長多重光パルスであり(図5(a))、1つの波長多重光パルスがそれらの波長に応じて時間方向に拡散され、最大で390psの時間差が生じることになる。したがって、光符号器30によって符号化された光符号同士が、時間的には重なり合って伝送されことになる。そして、受信側の光復号器により上記のデータ信号21が取り出される。

【0027】図6は本実施形態1において用いられる光復号器の構成図である。この光復号器50は光ファイバー60から構成されており、光符号器30と同一の波長要素の第1のCFBG61乃至第4のCFBG64(但し、チップへのCFBGの配置が鏡像関係にある)からなっている。本実施形態1においては、上記により符号化された光信号が光符号器30と鏡像関係にあるCFBG配置の光復号器50に光サーキュレーター48を介して入力すると、光復号器50は光符号器30の波長分散特性の逆特性を有しているため、光符号器30で生じた遅延時間差が補償され、同一タイミングの光パルスに戻されて出力されるので(波長が異なる光パルス列が同一タイミングに変換される)、これらの出力信号を閾値判定することにより、図5(a)に示される、元通りのデータ信号21が復元される。

【0028】なお、符号化された光信号を波長要素が異なる(チップへのCFBG配置が鏡像関係にない)光復

(5)

特開2003-244101

7

号器に入力した場合には、波長分散特性が異なるため、正常に復号される(波長毎の光パルスが同一タイミングに戻る)ことなく出力される。

【0029】以上のように、本実施形態1においては、光符号器30によって波長多重光パルスに生じる最大遅延時間を入力データ周期の所定倍数に設定し、その最大遅延時間を入力データ周期で分割した遅延時間群内の任意のチップに、他の遅延時間群内のチップに配置される波長要素と排他的になる波長要素を配置していることから、符号化されたデータ信号同士が時間的に重なっても、同一波長の光パルスが重なり合うことは無いため、符号間干渉を起こすことが無くなり、最終的な閾値判定を容易に確実に行うことが出来る。

【0030】したがって、本実施形態1では符号間干渉がないため、光符号器で制御する遅延時間はデータ伝送速度で決定される信号周期の制約を受けないので、データ信号周期に関係なく光符号器で制御する遅延時間を大きくする(光符号器の全長をながくとる)ことが可能であり、単純に波長並びを符号とした従来の符号化方式に比べ符号数を飛躍的に増加させることが可能になる。

【0031】実施形態2. 上述の実施形態1においては、或る符号で符号化された信号(光符号)を、データ周期でずらして重畳しても光符号同士が干渉しない場合の例について説明した。但し、この例では重畳される他の光符号については他の波長要素を用いて光符号を構成する必要があるため、使用可能な波長数により重畳される符号数が制限される。そこで、本実施形態2においては、上記の符号化規則①～⑤に加えて、符号化規則⑥(：異なる光符号器同士で、遅延時間群内の同一チップに同一の波長要素を配置しない。)を適用した光符号器を構成し、同一波長要素を含む複数の光符号同士を重畳しても、符号間干渉を起こさないようにしている。この符号化規則⑥は、図4の第1の遅延時間群乃至第4の遅延時間群の何れの遅延時間群かを問わず、その遅延時間群内の或る特定のチップに同一の波長要素を配置してはならないことを意味している。

【0032】図7は本発明の実施形態2に係る光符号多重通信方式のブロック図である。なお、図7においては光サーキュレーターの図示は省略されている。本実施形態2においては、図1の光変調器20及び光符号器30の他に、光変調器20A及び光符号器30Aを設けており、光符号器30、30Aからの光符号は重畳されて送信され、光復号器50、50Aにより目的とする信号を分離・復号し、受信機62、62Aによりそれぞれ受信される。

【0033】図8は図7の光符号器を用いたときの符号化動作の説明図である。光符号器30、30Aは、遅延時間群内の同一チップに同一の波長要素を配置しないように構成されており、例えば光符号器30は、上述の実施形態1と同じように、 $(\lambda_1, 0000000000)$ 、

8

$(0\lambda_1, 0000000000)$ 、 $(\lambda_1, 0000000000)$ 、 $(\lambda_1, 0000000000)$ というように各遅延時間群の波長要素(光符号要素)を配置する。光符号器30Aは、 $(00\lambda_1, 0000000000)$ 、 $(0\lambda_1, 0000000000)$ 、 $(0000000\lambda_1, 0000)$ 、 $(\lambda_1, 0000000000)$ というように各遅延時間群の波長要素(光符号要素)を配置する。

【0034】ここで、波長要素 λ_1 について見ると、光符号器30においては第1の遅延時間群の1番目のチップに配置されており、光符号器30Aにおいては第2の遅延時間群の2番目のチップに配置されており、波長要素 λ_1 はそれぞれ異なったチップに配置されていることが分かる。また、波長要素 λ_2 について見ると、光符号器30においては第2の遅延時間群の2番目のチップに配置されており、光符号器30Aにおいては第4の遅延時間群の1番目のチップに配置されており、波長要素 λ_2 はそれぞれ異なったチップに配置されていることが分かる。このことは波長要素 λ_1 、 λ_2 についても同様である。このようにして、遅延時間群内の同一チップに同一の波長要素が配置されないように構成されている(符号化規則⑥。)

【0035】光符号器30は、データ信号21を入力すると、配置されている光符号要素(符号1)に基づいた符号(λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4)を、データ信号21の信号周期単位でずらした光符号を出力する(同図(a)～(d)参照)。そして、これらの光符号は重畳される。このため、各遅延時間群には全ての波長要素($\lambda_1 \sim \lambda_4$)が含まれることになる。例えば同図(e)に示されるように、或る遅延時間群において重畳された光符号は、波長 λ_1 (λ_2 、 λ_3)、 λ_4 のパルス列になる(但し、 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 は同一のタイミングになっている。)。なお、この動作自体は上記の実施形態1と同じである。

【0036】光符号器30Aにおいてもデータ信号21Aを入力すると、光符号器30Aは配置されている光符号要素(符号2)に基づいた符号(λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4)を、データ信号21Aの周期単位でずらした光符号を出力し、これらの光符号は重畳される。このため、各遅延時間群には全ての波長要素($\lambda_1 \sim \lambda_4$)が含まれる。光符号器30Aの場合には、同図(f)に示されるように、或る遅延時間群において重畳された光符号は、波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 のパルス列になる。

【0037】上記の光符号器30の出力(図8(e))と光符号器30Aの出力(図8(f))とは重畳されて送信されることになる。このとき、光符号器30の出力と光符号器30Aの出力とは同一の波長要素からなる符号を含んでいるが、この光符号器30と30Aとは、遅延時間群内の同一チップに同一の波長要素を配置していないため、図8(e)の光符号と図8(f)の光符号とを重畳させても、同一の波長の信号が時間軸上で重複す

(6)

特開2003-244101

9

ることはなく、異なる符号間の干渉は発生しない。

【0038】図9(A)～(C)は光復号器50, 50Aによる復号化の説明図である。光復号器50, 50Aにより復号化する際に、符号が一致した場合には同一のタイミングで復号され、同図(A)に示されるように、本実施形態においては4波が合成された光パワーが得られる。符号が一致していない場合には、同図(B)に示されるように、本実施形態2においては最大780psの遅延が生じ得る。そして、同一の波長要素からなる別符号が入力されても、同一タイミングに全ての波長要素

(波長)が集まらないために、同図(C)に示されるように、受信機62, 62Aで適切に閾値を設定することにより、目的とする光符号だけを受信することが可能である。

【0039】以上のような符号化規則①～⑥を適用することにより、たとえ同一の波長要素を用いた符号であっても、波長要素の順列組み合わせにより多重可能な符号数が増加する。また、利用可能な波長数から、符号に必要な波長の組み合わせを考慮すれば、更に多重可能な符号数が増加する。

【0040】実施形態3. なお、上記の実施形態1及び2では、光符号化方式の光源として複数の異なる波長の光信号を出力する多波長光源を用いた例について説明したが、光符号化方式の光源は多波長光源に限定されるものではなく、複数のモードの周波数の光信号を発信する半導体モードロックレーザ等や広帯域光源を用いても同一の動作を得ることが出来る。

【0041】また、上記の実施形態1及び2では、光符号器によって波長多重光パルスに生じる最大遅延時間を入力データ周期の3.9倍に設定した例について説明したが、最大遅延時間は入力データ周期よりも大きければよい。

【0042】また、上記の実施形態1及び2では、各遅延時間帯群(図4参照)に1個の波長要素を割り当てた例について説明したが、全ての遅延時間帯群に波長要素を割り当てる必要はない。また、上記の符号化規則④-aの制約の範囲で、複数個(2, 3...)の波長要素を割り当てることができる。遅延時間群の個数についても最大遅延時間を調整することにより適宜設定することができる。

【0043】また、上記の実施形態1及び2では、データ伝送速度10Gbpsの例を示したが、本発明においては更に高速又は低速の伝送速度にも適用可能である。

【0044】また、上記の実施形態2においては、各波長要素を光符号器30と光符号器30Aとでは異なった遅延時間群に配置した例について説明したが、同一の遅延時間群内に配置してもよい(例えば何れも第1の遅延時間群内に)。そのような場合であっても、光符号器30と光符号器30Aとで異なったチップに配置すればよ

10

い(例えば1番目のチップと5番目のチップに)。

【0045】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、時間拡散及び波長ホッピング符号の光符号化において、光符号器により制御される最大遅延時間を入力信号の周期より長く設定し、最大遅延時間を入力信号の周期単位で分割した遅延時間群に光符号要素を配置するようにしたので、光符号(データ信号)同士が時間的に重なっても、同一波長の光パルスが重なり合うことは無いため、符号間干渉を起こさない。更には、最終的な閾値判定が容易になる。したがって、データ信号の周期に関係なく光符号器で制御する遅延時間を大きくする(光符号器の全長を長くとる)ことが可能であり、単純に波長並びを符号とした場合に比べ符号数を飛躍的に増加させることが可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の光符号方式の構成図である。

【図2】図1のデータ信号(波長多重光パルス)のタイミングチャートである。

【図3】図1の光符号器の構成及び最大遅延時間の設定とグレーティング長の関係を示した説明図である。

【図4】図3の最大遅延時間に対する遅延時間群の設定の説明図である。

【図5】本発明の実施形態1の光符号器を用いたときの符号化動作の説明図である。

【図6】本発明の実施形態1の光符号器に対応した光復号器の構成図である。

【図7】本発明の実施形態2に係る光符号多重通信方式のブロック図である。

【図8】図7の光符号器を用いたときの符号化動作の説明図である。

【図9】本発明の実施形態2における復号化動作についての説明図である。

【図10】従来の光符号多重通信方式の符号化と復号化の動作を説明する図である。

【符号の説明】

10 波長多重光源

11～14 光源

20, 20A 光変調器

21, 21A データ信号

22, 22A 制御信号

24 光サーキュレーター

30, 30A 光符号器

40 光ファイバー

48 光サーキュレーター

50, 50A 光復号器

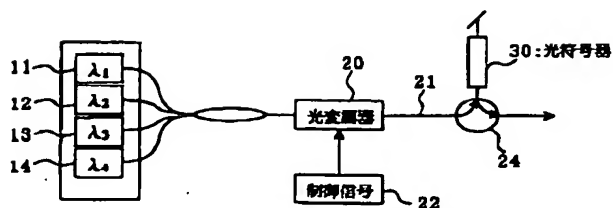
60 光ファイバー

62, 62A 受信機

(7)

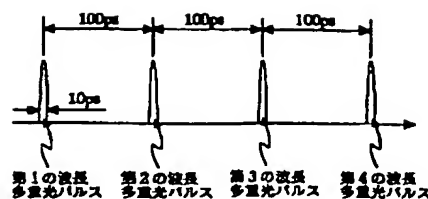
特開2003-244101

【図1】



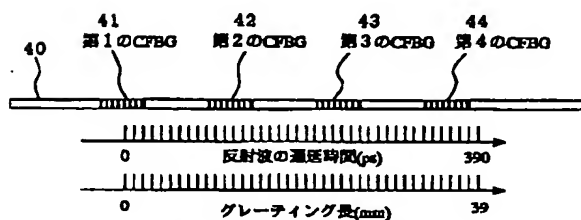
本発明の光符号の発生方式

【図2】



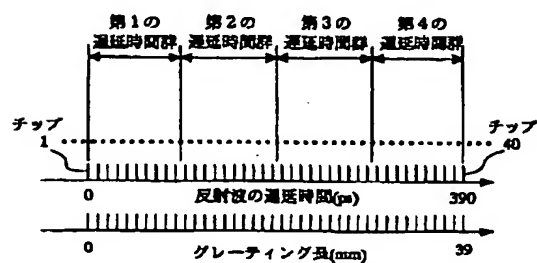
データ信号のタイミングチャート

【図3】



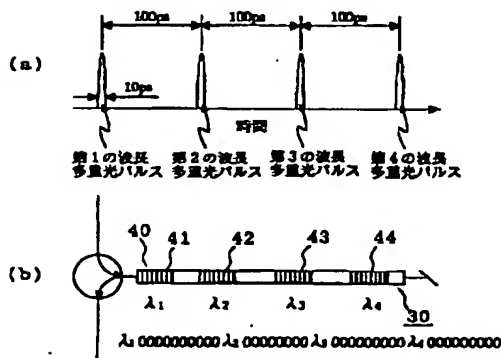
最大遅延時間とグレーティング長の関係

【図4】

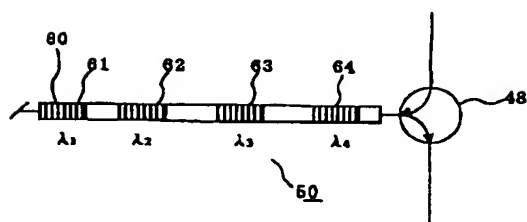


遅延時間の設定

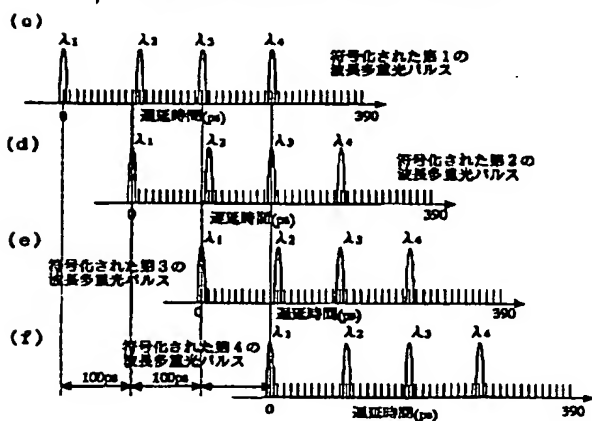
【図5】



【図6】



本発明の光符号器の構成

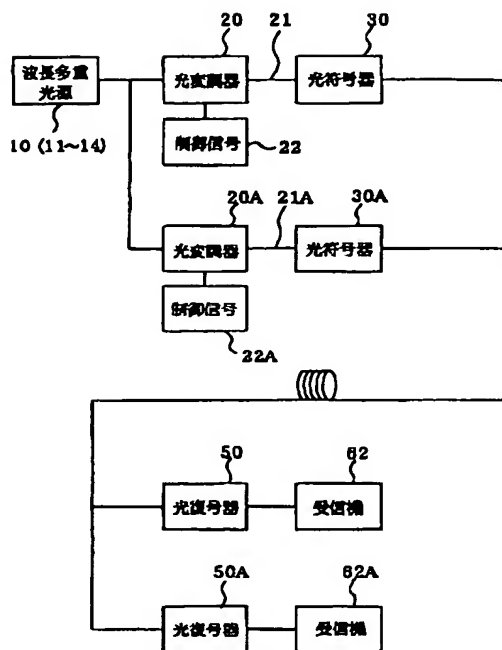


光符号化の説明

(8)

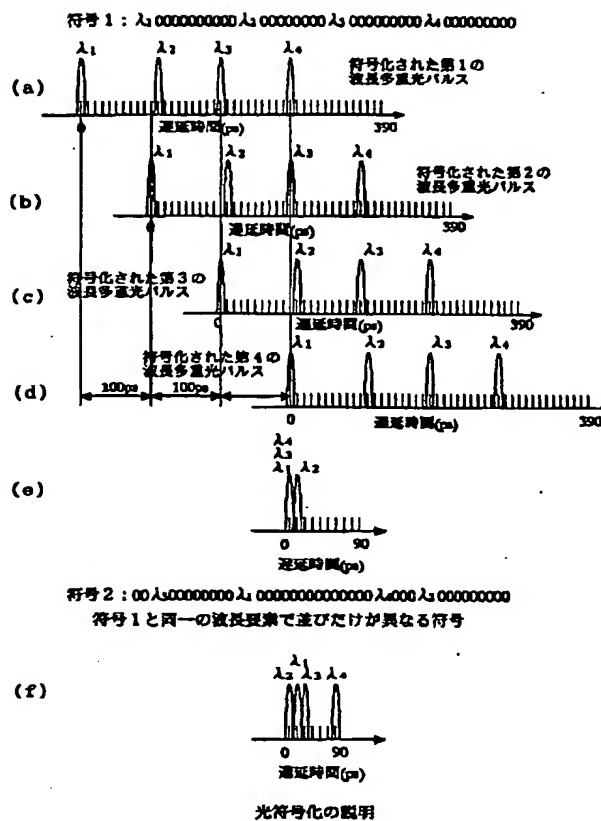
特開2003-244101

【図7】

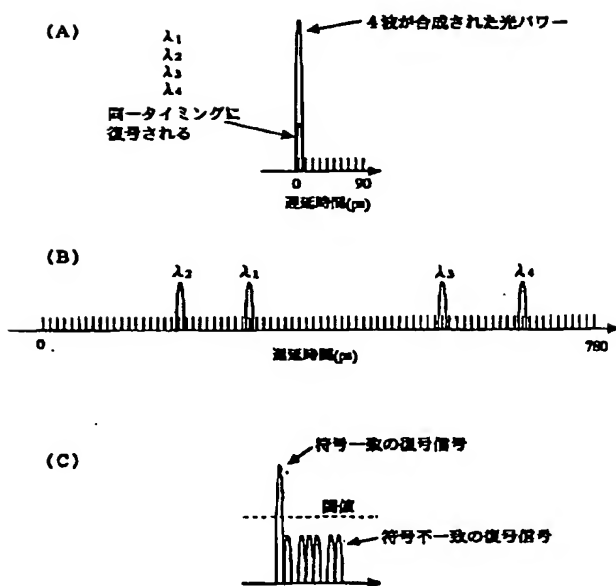


本発明の光符号多重通信方式

【図8】

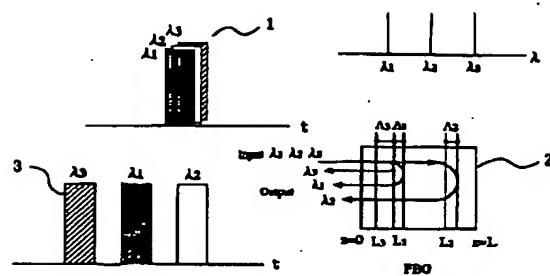


【図9】

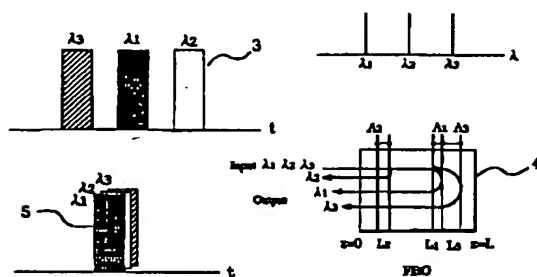


復号化の説明

(a)



(b)



従来技術の説明